

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-305272

⑬ Int.Cl.⁵

識別記号 庁内整理番号

⑭ 公開 平成2年(1990)12月18日

H 04 N 1/415

7060-5C

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 画像符号化方法

⑯ 特 願 平1-126335

⑰ 出 願 平1(1989)5月19日

⑱ 発 明 者 中 村 昌 弘 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 鈴 木 誠

PTO 2000-3031

S.T.I.C. Translations Branch

明 細 書

1. 発明の名称

画像符号化方法

2. 特許請求の範囲

(1) 入力画像信号を複数の画素毎にブロック化し、

ブロック毎に直交変換を行い、該変換出力を閾値テーブルにより量子化し、該量子化結果を符号化する方法において、

各ブロックの画像特性を調べ、該画像特性に従って閾値テーブルを変えることを特徴とする画像符号化方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は画像符号化方法に係り、特に直交変換を利用した画像符号化方法に関する。

〔従来の技術〕

従来、符号長が低減され、画像のデータ圧縮に効果のある画像符号化法の一つとして、画像の直交変換を利用する方法が知られている。これは、入力された画像信号を例えば8×8の2次元の小

ブロックに分割し、各ブロック毎にコサイン変換を行い、変換係数がある閾値テーブルで量子化し、該量子化結果を空間周波数の低次の成分と高次の成分に分けてそれぞれ符号化するというものである(例えば、ISO/TC 97/SC2/WG8 N502 June 1987; "Adaptive Discrete Cosine Transform Coding scheme for still image Communication on ISDN" 参照)。第2図は閾値テーブルの一例(コサイン変換、8×8の例)であり、該テーブルを用いて直交変換出力の値を除算することにより、低次の成分には長いビット数が、高次の成分には短いビット数(あるいは切捨て)が与えられる。

なお、直交変換としては、コサイン変換の他にフーリエ変換、アダマール変換、カルーネン・レーベ変換、ハール変換等が用いられる。

〔発明が解決しようとする課題〕

従来の直交変換を利用した画像符号化法では、画像によらずに、直交変換出力を一定閾値テーブルを用いて画一的に量子化し、符号化していた。

このため、例えば第2図のような閾値テーブルを用いた場合、入力画像の階調変化が激しく、高次の成分が強くなる画像においては、ビット数が不足して粗く量子化される結果、復元画像はボケ等の劣化を招く問題があった。

本発明の目的は、直交変換を利用した画像符号化法において、文書画像のような階調変化の激しい画像に対しても、高品質な復元画像が得られる画像符号化方法を提供することにある。

〔課題を解決するための手段〕

上記目的を達成するために、本発明は複数種類の閾値テーブルを用意しておき、入力画像信号についてブロック毎に画像特性を調べ、その階調変化に対応した閾値テーブルを用いて直交変換出力を量子化し、該量子化結果を符号化するようにしたものである。

〔作用〕

対象画像のブロック毎に、その階調変化に応じた閾値テーブルを用いることにより、階調変化のゆるやかなブロックについては、高次の成分を大

きい値で除去することによって従来とより短いビット数（あるいは切捨て）を与え、圧縮効果を高めることができる。また、階調変化の激しいブロックについては、高次の成分についてもある程度のビット数を与えることで、画像品質の劣化を防ぐことができる。

〔実施例〕

以下、本発明の一実施例について図面により説明する。

第1図は本発明の一実施例のブロック図で、画像入力部1、ブロック化部2、直交変換部3、画像特性検出部4、閾値テーブル格納部5、量子化部6及び符号化部7よりなる。ここで、閾値テーブル格納部5には、第2図及び第3図の2種類の閾値テーブルが保持されているとする。第2図の閾値テーブルは、既に述べたように階調変化がゆるやかである場合に有効であるが、第3図の閾値テーブルは、逆に階調変化が激しい場合に有効なものである。

画像入力部1は、スキャナ等で構成され、原稿

- 3 -

を読み取って多階調画像信号を入力する。ブロック化部2は2次元バッファメモリを具備しており、画像入力部1からの画像信号を該バッファメモリに格納して、それをM×M（本実施例では8×8）の小ブロック毎に分割して出力する。

直交変換部3では、ブロック化部2により分割されたブロック毎に直交変換（本実施例ではコサイン変換）を行う。これと並行して画像特性検出部4では、直交変換が行われているブロックの画像特性の検出を行う。そして、当該ブロックの画像特性に従い、閾値テーブル格納部5から量子化に用いる閾値テーブルとして、第2図あるいは第3図の閾値テーブルのいずれかを選択する。

量子化部6では、直交変換部3からの変換出力を上記選択された閾値テーブルを用いて量子化を行う。量子化は次式により行われる。

$$Q(i, j) = \frac{C(i, j)}{T(i, j)} \quad (1)$$

$Q(i, j)$; i, j 番目の量子化結果

$C(i, j)$; i, j 番目の直交変換出力

- 4 -

$T(i, j)$; i, j 番目の閾値テーブルの値
符号化部7では、量子化部6で求められた量子化結果 $Q(i, j)$ を符号化する。符号化法は、ハフマン符号化法等、既知の符号化法でよい。

次に、画像特性検出部4での画像特性の具体的検出法のいくつかについて説明する。

(1) 画像濃度の最大値、最小値の差分を用いる方法

ブロック内の画像濃度の最大値 d_{max} 、最小値 d_{min} を求め、その差 d が

$$d = d_{max} - d_{min} > TH_1 \quad (TH_1 \text{ は閾値})$$

のとき、そのブロックは階調変化が激しいとする。

(2) 画像濃度の分散を用いる方法

ブロック内の画像濃度の分散 V

$$V = \frac{\sum (x - \bar{x})^2}{M \times M}$$

(x は濃度、 \bar{x} は平均濃度)

を求め、 $V > TH_2$ (TH_2 は閾値) のとき、そのブロックは階調変化が激しいとする。

(3) 画像濃度のヒストグラムを用いる方法

ブロックのヒストグラムが複峰性を示すとき、そのブロックは、階調変化が激しいとする。第4図は複峰性の検出を説明する図である。まず、ヒストグラムのピーク濃度 (a , b など) を求め、これを含む一定領域のヒストグラムを加算する。次に、加算されたヒストグラム (H_a , H_b など) が或る閾値 (TH_s) を超える数を求める。そして、これが2つ以上ある場合について、それぞれのピーク濃度の距離 (D) を求める。この距離が一定値以上であれば、当該ブロック内の濃度ヒストグラムは複峰性を示すとする。

以上のいずれかの方法を用いてブロック毎の画像特性を検出し、階調変化がゆるやかであると判定されれば第2図の閾値テーブル (コサイン変換、1ブロックが 8×8 の場合) を用い、そうでなければ第3図の閾値テーブル (同じく、コサイン変換、 8×8 の場合) を用い、直交変換出力を量子化する。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば、ブロック毎に画像特性を調べ、その階調変化に応じた閾値テーブルを用いることにより、階調変化のゆるやかなブロックについては、従来と同様に短いビット数を与えて圧縮効果を高めることができ、また、階調変化の激しいブロックについては、ある程度のビット数を与えることで、画像品質の劣化を防ぐことができ、文書画像のような階調変化の激しい画像に対し、高品質な復元画像が得られる。

なお、カラー画像については、 R , G , B 信号で入力されたものは $RGB \rightarrow YIQ$ あるいは $YCrCb$ 変換を行い、 Y 成分 (輝度成分) について同様に画像特性の検出を行い、閾値テーブルを選ぶことにより適応できる。

3. 発明の詳細な説明

第1図は本発明の一実施例のブロック図、第2図及び第3図は閾値テーブルの一例を示す図、第4図は濃度ヒストグラムの複峰性の検出を説明する図である。

1…画像入力部、 2…ブロック化部、

3…直交変換部、 4…画像特性検出部、

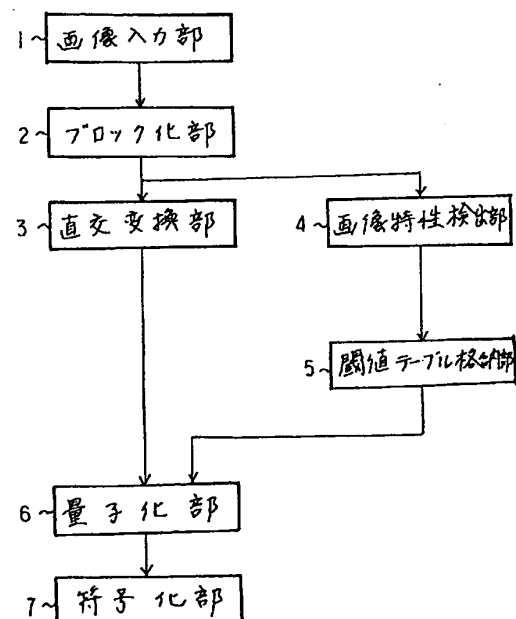
5…閾値テーブル格納部、

6…量子化部、 7…符号化部。

代理人弁理士 鈴木



第1図



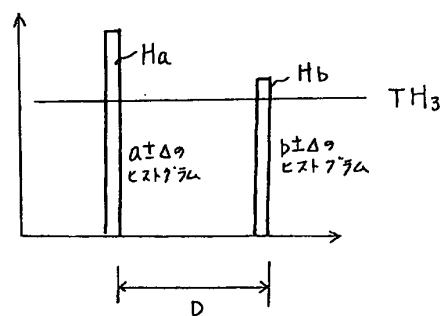
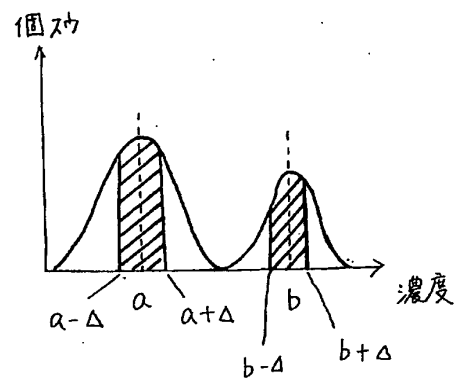
第 2 図

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

第 3 図

16	16	16	16	24	24	24	24
16	16	16	16	24	24	24	24
16	16	16	16	24	24	24	24
16	16	16	16	24	24	24	24
24	24	24	24	32	32	32	32
24	24	24	24	32	32	32	32
24	24	24	24	32	32	32	32
24	24	24	24	32	32	32	32

第 4 図



Japanese Kokai Patent Publication No. H2-305272, published December 18, 1991;
Application No. H1-126335, filed May 19, 1989; Inventor: Masahiro NAKAMURA;
Assignee: Ricoh KK

IMAGE ENCODING METHOD

2. Claim

(Claim 1)

An image encoding method characterized in that, with a method whereby an image input signal is formed into a block for each of multiple pixels, orthogonal transformation for each block is carried out; said transformation output is quantized by means of a threshold value table, and said quantized results are encoded; the image characteristics of each block are examined, and the threshold value table is changed in accordance with said image characteristics.

3. Detailed Explanation of the Invention

(Field of Use in Industry)

The present invention concerns an image encoding method; specifically, it concerns an image encoding method using orthogonal transformation.

(Prior Art Technology)

Conventionally, a method using the orthogonal transformation of images has been known as an image encoding method that reduces encoding lengths and is effective in image data compression. With this, the image signals are split into, for example, 8×8 two-dimensional blocks; cosine transform for each block is executed; the transformation coefficient is quantized with a certain threshold value table; said quantized results are separated into lower components and higher components of the space frequency; and each

of these is encoded (for example, refer to "Adaptive Discrete Cosine Transform Coding Scheme for Still Image Communication on ISDN," ISO/TC 97/SC2/WG8 N502, June 1997). Figure 2 is an example of a threshold value table (cosine transform, 8×8 example); by using said table and dividing the orthogonal transformation output, long numbers of bits are provided for lower components, and short numbers of bits (or omissions) are provided for higher components.

Besides the cosine transform, the Fourier transform, the Hadamard transform, the Karhunen-Loeve transform, the Harr transform, and the like have been used.

(Problems the Invention is Meant to Resolve)

With image encoding methods using prior art orthogonal transforms, regardless of the image, the orthogonal transform output used a fixed threshold value table, and the image was quantized and encoded as a whole. Therefore, when a threshold value table such as that shown in Figure 2 was used, the gradation change of the input image was severe, and with an image whereby the high components come out strongly, as a result of the fact that the number of bits was insufficient and it was roughly quantized, there was a problem in that the restored image brought about deteriorations such as disturbances and the like.

The objective of the present invention is to offer an image encoding method whereby high-quality restored images can be obtained even with images whereby gradation changes are severe, such as with manuscript images.

(Means for Resolving Problems)

In order to achieve the aforementioned objective, the present invention is provided with multiple types of threshold value tables; image characteristics are examined for each

block with regard to the input image signals; using the threshold value table that corresponds to the gradient change thereof, the orthogonal transformation output is quantized, and said quantized result is encoded.

[Operation]

By using threshold value tables that correspond to the gradient changes of each targeted image block, short bit numbers (or omissions) are provided by removing higher components with large values with regard to blocks with lenient gradation changes, and the compression results can be increased. Additionally, with regard to blocks with severe gradient changes, by providing a number of bits to a certain extent with regard to higher components, deterioration of the image quality can be prevented.

[Embodiment]

Below, an embodiment of the present invention is explained by means of the drawings.

Figure 1 is a block diagram of the present invention; it is comprised of an image input element (1), a block formation element (2), an orthogonal transformation element (3), an image characteristic detection element (4), a threshold value table housing element (5), a quantization element (6), and an encoding element (7). Here, the two types of threshold value tables of Figures 2 and 3 are maintained in the threshold value table housing element (5). The threshold value table of Figure 2, as has already been explained, is valid when the gradient changes are lenient, but the threshold value table of Figure 3 is valid when the gradient changes are severe.

The image input element (1) is comprised of a scanner or the like; an original document or the like is read, and a multigradient image signal is input. The block formation element (2) is provided with a two-dimensional buffer memory; the image signal

from the image input element (1) is housed, and this is divided into $M \times M$ (8×8 in this embodiment) individual small blocks and is output.

With the orthogonal transformation element (3), an orthogonal transformation (the cosine transform in this embodiment) is executed for each divided block. In parallel with this, with the image characteristic detection element (4), the image characteristics of the blocks whereby orthogonal transformation is carried out are detected. In accordance with the image characteristics of said block, the threshold value table of either Figure 2 or Figure 3 is selected as the threshold value table used in the quantization from the threshold value table housing element (5).

With the quantization element (6), the transformation output from the orthogonal transformation element (3) uses the aforementioned selected threshold value table, and quantization is carried out. The quantization is carried out in accordance with the following formula:

$$Q(i, j) = C(i, j)/T(i, j)$$

$Q(i, j)$: Number i, j quantization results

$C(i, j)$: Number i, j orthogonal transformation output

$T(i, j)$: Number i, j threshold value table value

With the encoding element (7), the quantized result $Q(i, j)$ found by the quantization element (6) is encoded. A known encoding method such as the Huffman encoding method may be used.

Next, several specific detection methods of image characteristics with the image characteristic detection element (4) are explained.

(1) Method using the difference between the greatest value and smallest value of the image density

The greatest value d_{\max} and smallest value d_{\min} of the image density within the block are found, and when the difference d

$$d = d_{\max} - d_{\min} > TH_1 \text{ (} TH_1 \text{ is the threshold value),}$$

the block has a severe gradient change.

(2) Method using the image density dispersion

The image density dispersion V inside the block is found:

$$V = \sum (x - \bar{x})^2 / (M \times M) \text{ (} x \text{ is the density, and } \bar{x} \text{ is the average density);}$$

when $V > TH_2$ (TH_2 is the threshold value), the block has a severe gradient change.

(3) Method using an image density histogram

When the histogram of the block shows multiple peaks, the block has a severe gradient change. Figure 4 is a diagram explaining the detection of multiple peaks. First, the peak density (a , b , and the like) of the histogram is found; this is added to the histogram of a fixed region containing it. Subsequently, a number exceeding a certain threshold value (TH_3) of the added histogram (H_a , H_b , or the like) is found. Then, if this is greater than or equal to 2, the distances (D) of the respective peak densities are found. If the distances are greater than or equal to a fixed value, the density histogram within said block shows multiple peaks.

Using any of the aforementioned methods, the image characteristics of each block are detected; when the gradient change is judged to be lenient, the threshold value table (cosine transform, when one block is 8×8) is used; if not, the threshold value table of

Figure 3 (the same cosine transform, when one block is 8×8) is used, and the orthogonal transformation output is quantized.

(Results of the Invention)

As has been explained above, based on the present invention, due to the fact that the image characteristics for each block are examined and the threshold value table corresponding to the gradient change thereof is used, small bit numbers are provided to blocks with a lenient gradient change in the same manner as in the prior art and the compression results can be increased; additionally, if bit numbers of a certain extent are provided to blocks with a severe gradient change, deterioration of the image quality can be prevented, and a high-quality restored image can be obtained for images with a severe gradient change such as document images.

Regarding color images, items whereby R, G, and B signals are input undergo RGB → YIQ or YCrCb conversion, and can be adapted by selecting the threshold value table.

3. Detailed Explanation of the Invention

Figure 1 is a block diagram of an embodiment of the present invention; Figure 2 and Figure 3 are diagrams showing an example of a threshold value table, and Figure 4 is a diagram explaining the detection of multiple peaks of a density histogram.

1: image input element, 2: block formation element, 3: orthogonal transformation element, 4: image characteristic detection element, 5: threshold value table housing element, 6: quantization element, 7: encoding element.

U.S. Patent and Trademark Office
Translations Branch
June 22, 2000
Steven M. Spar